

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN**

**INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL**

**TEMA:**

**“MEJORAMIENTO DE LA COBERTURA DE LA RED DE DATOS INALÁMBRICA EN EL MINISTERIO DE TELECOMUNICACIONES Y DE LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN - MINTEL”**

***ROCÍO DE JESÚS MALLA BUSTAMANTE***

Quito – 2016

## **AUTORÍA**

Yo, **Rocío de Jesús Malla Bustamante**, portador de la cédula de ciudadanía No. **1716433964** declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se he respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.

---

**Rocío de Jesús Malla Bustamante**

## Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. JUSTIFICACIÓN .....	7
3. ANTECEDENTES.....	9
4. <i>OBJETIVOS</i> .....	10
5. DESARROLLO CASO DE ESTUDIO.....	11
5.1 Infraestructura actual de red .....	11
5.1.1 Dimensionamiento actual de enlaces.....	11
5.1.2 Equipamiento de red actual del Ministerio.....	12
5.2 Cálculo de la capacidad requerida para la red .....	16
5.2.1 Cálculo de la velocidad de transmisión de datos.....	17
5.2.2 Sistema de correo electrónico.....	18
5.2.3 Navegación web.....	18
5.2.4 Descarga de documentos.....	19
5.2.5 Transferencia de archivos .....	19
5.2.6 Sistema de voz IP – VoIP .....	19
5.2.7 Cálculo para determinar la cantidad de Access Point .....	21
5.3 Propuesta de solución para la red del Ministerio.....	21
5.3.1 Análisis de cobertura WIFI .....	21
5.3.2 Implementación y ubicación de los Access Point en el Ministerio .....	27
5.3.3 Calidad de Servicio (QoS) .....	31
5.3.4 Presupuesto Referencial .....	40
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	41
BIBLIOGRAFÍA:.....	42
ANEXOS: .....	42

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de red del Ministerio .....	11
Figura 2: Esquema de red del Ministerio en cada piso .....	12
Figura 3: Switch Core 4507R .....	13
Figura 4: Switch Catalys Serie 2960 .....	13
Figura 5: Cisco wireless LAN controller 2100 .....	14
Figura 6: Enclosure C7000 .....	14
Figura 7: Dispositivo Fortinet .....	15
Figura 8: Cisco Aironet 1140 .....	16
Figura 9: Razones de uso de Internet .....	17
Figura 10: Señales del Access Point en el piso 2 .....	23
Figura 11: Señales del Access Point en el piso 3 .....	24
Figura 12: Señales del Access Point en el piso 4 .....	26
Figura 13: Señales del Access Point en el piso 5 .....	27
Figura 14: Ubicación de los Access Point en el piso 2.....	29
Figura 15: Ubicación de los Access Point en el piso 3.....	29
Figura 16: Ubicación de los Access Point en el piso 4 .....	30
Figura 17: Ubicación de los Access Point en el piso 5 .....	30
Figura 18: Panel frontal .....	34
Figura 19: Configuración inicial .....	35
Figura 20: Asignación por clientes .....	36
Figura 21: Gráfico de utilización de la clase FTP .....	36
Figura 22: Utilización de las particiones dinámicas .....	37
Figura 23: Utilización del enlace .....	37
Figura 24: Utilización de una partición .....	38
Figura 25: Control rate implementando PacketShaper .....	39
Figura 26: Ubicación del Packetshaper .....	40

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Porcentaje de razones de uso de Internet .....	17
Tabla 2: Tiempo de razones de uso de Internet .....	18
Tabla 3: Velocidad de transmisión total de la red .....	20
Tabla 4: Interpretación de valores RSSI .....	22
Tabla 5: Propiedades inalámbricas tomadas en los puntos en el piso 2 .....	23
Tabla 6: Propiedades inalámbricas tomadas en los puntos en el piso 3 .....	24
Tabla 7: Propiedades inalámbricas tomadas en los puntos en el piso 4.....	25
Tabla 8: Propiedades inalámbricas tomadas en los puntos en el piso 5 .....	26
Tabla 9: Cotización de equipos y estudio de proyecto .....	40

## 1. INTRODUCCIÓN

Cada día se vuelve más necesaria la necesidad de acceder a una conexión de Internet para disfrutar de los diferentes servicios que ofrece la misma. Por este motivo el administrador de red al momento de contratar el servicio de Internet debe tomar en cuenta el crecimiento en la de su demanda, número de usuarios, así como las aplicaciones que demandan dichos usuarios.

En el presente caso de estudio se pretende mejorar la cobertura de la red inalámbrica en el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, dicha red brinda diferentes servicios en 4 áreas de la institución y todos los usuarios no tienen conexión inalámbrica en sus espacios de trabajo. Por lo expuesto, en el presente estudio se debe establecer una propuesta de solución de cobertura inalámbrica con equipos óptimos y compatibles con la red actual.

Para lograr el objetivo en el presente proyecto se propone una alternativa de solución para mejorar la cobertura de red de datos inalámbrica en el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, misma que permita a más usuarios tener mayor conectividad en la Institución. Para ello, en el presente documento se desarrolla los siguientes temas de estudio:

- Infraestructura de red de datos, que describe los recursos de red que actualmente tiene la institución.
- Cálculo de la capacidad requerida, acorde a las actividades laborales que tiene el usuario con el propósito de mejorar y garantizar la cobertura de red y los servicios, finalmente
- Se propone una solución para la red del Ministerio, en base a las necesidades requeridas se plantea una compra de equipos para ponerlos a consideración con el propósito de cumplir con el objetivo del presente proyecto.

## 2. JUSTIFICACIÓN

La creación del Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información responde a la necesidad de coordinar acciones de apoyo y asesoría para garantizar el acceso igualitario a los servicios que tienen que ver con el área de telecomunicación, para de esta forma asegurar el avance hacia la Sociedad de la Información y así el buen vivir de la población ecuatoriana. Además, el Ministerio a través de los programas, proyectos, y servicios que impulsan las entidades adscritas y relacionadas al sector ratifica su compromiso de seguir brindando atención a la ciudadanía y consolidar la sociedad del Buen Vivir.

El Ministerio es el Órgano rector del desarrollo de las Tecnologías de la información y Comunicación en el Ecuador, su estructura orgánica funcional se compone de 4 Subsecretarías denominadas: Subsecretaría de Telecomunicaciones y Tecnología de la Información y Comunicación, Subsecretaría de Fomento de la Sociedad de la Información y Gobierno en Línea, Subsecretaría de Inclusión Digital y Subsecretaría de Asuntos Postales y Registro Civil.

La importancia de este proyecto radica en mejorar la cobertura de la tecnología inalámbrica para fortalecer las comunicaciones de red en el Ministerio, puesto que esto permitirá brindar mayor productividad a los funcionarios de las subsecretarías acorde a las actividades programadas en los diferentes proyectos que se coordina y están a cargo de la institución. Para ello, surge la necesidad de realizar el levantamiento de la información de la infraestructura de red y el dimensionamiento de los actuales enlaces; así como, determinar el tráfico de los usuarios de red en base a las aplicaciones utilizadas y brindar el servicio a todos los usuarios. Para determinar el tráfico con calidad de servicio se debe considerar que los usuarios acceden a los servicios de:

- Navegación web
- Correo electrónico
- Transferencia de archivos
- Telefonía IP

Finalmente, luego del estudio realizado en relación a la situación actual de la cobertura de red y como parte de la solución al problema se propone implementar los equipos Access Point, con el propósito de mejorar la cobertura de la red en la institución ,y para mejorar la eficiencia y administrar el consumo de la red se propone la implementación del equipo PacketShaper que permite controlar los enlaces innecesarios que ocupan mucha capacidad de red, brindando así una propuesta como parte de solución a la Calidad de Servicio (QoS) de la red en la institución.

### 3. ANTECEDENTES

El uso de Internet a nivel mundial crece cada vez más. Según las publicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), el 40% de la población mundial utilizará Internet a finales de 2014. Por esta razón el número de usuarios de Internet alcanzará los 3.000 millones y la penetración de la banda ancha alcanzará el 32%. Esto se traduce en 2.300 millones de abonados en todo el mundo. Además se señala que el 78% de abonados se encuentra en países desarrollados y el 32% restante de abonados en países en vías de desarrollo.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en la publicación denominada “*Estado de la banda ancha en América Latina y el Caribe 2015 en el período 2011 – 2014*”, presenta los resultados en los que indica que se incrementaron los abonados al servicio de Internet móvil al 993%. Para el mismo periodo, la composición de abonados por tecnología también cambió significativamente de un 60% y un 40% para tecnologías 2G y 3G respectivamente, en América Latina.

En el Ecuador, según el reporte del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) acerca de las *Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC'S) 2013*, se determinó que el 40,4% de la población del país ha utilizado Internet en los últimos 12 meses. En el área urbana el 47,6% de la población ha utilizado internet, frente al 25,3% del área rural.

En este contexto, debido a las múltiples funciones y responsabilidades desarrolladas en las subsecretarías de esta Cartera de Estado, se ha incrementado la cantidad de usuarios y por ende el acceso a las diferentes aplicaciones de red para desarrollar las actividades laborales en beneficio de la Sociedad. Por esta razón, surge la necesidad de buscar una alternativa de solución para ampliar la cobertura de red con la finalidad de permitir a más usuarios acceder a los diferentes servicios, y así los funcionarios puedan cumplir con las labores encomendadas, optimizando tiempo y recursos.

## **4. OBJETIVOS**

### **Objetivo General:**

*Mejorar la cobertura de la red inalámbrica en el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información*

### **Objetivos Específicos:**

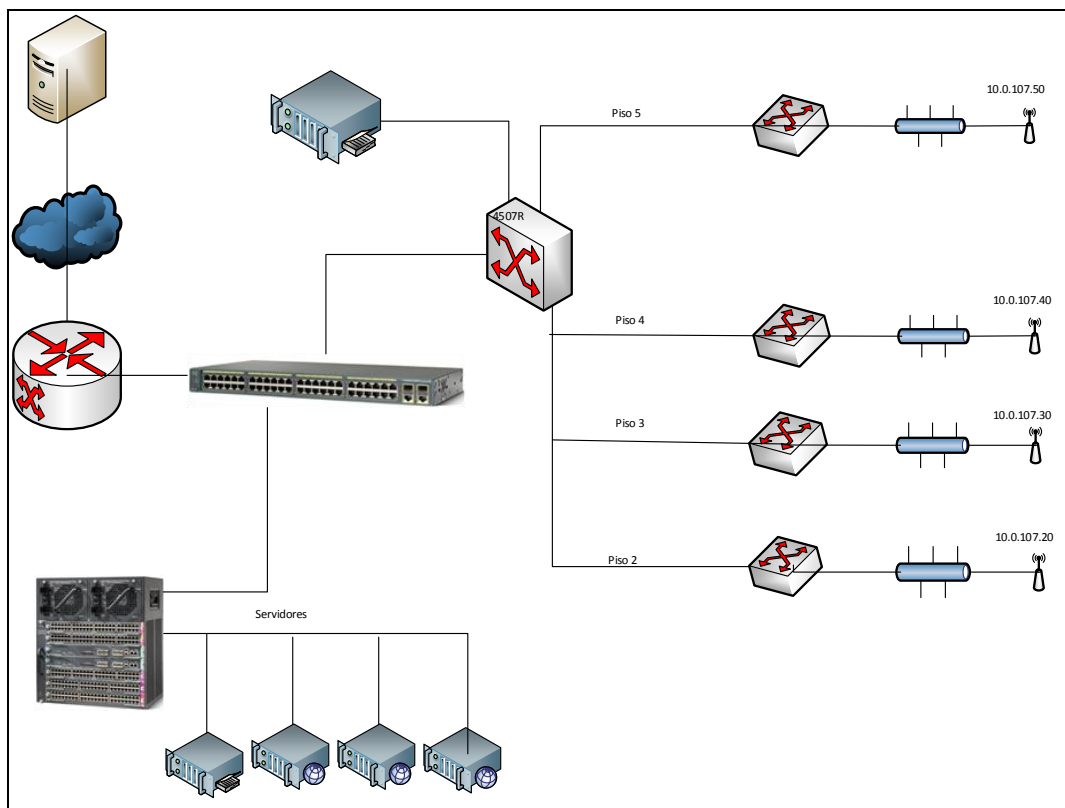
1. *Levantamiento de la información de la infraestructura de red y de dimensionamiento actual de enlaces.*
2. *Determinar el tráfico Best Effort*
3. *Determinar tráfico con Calidad de Servicio*
4. *Propuesta de dimensionamiento de enlaces y coberturas de red inalámbrica*
5. *Propuesta de infraestructura*
6. *Propuesta de esquema de Calidad de Servicio*

## 5. DESARROLLO CASO DE ESTUDIO

### 5.1 Infraestructura actual de red

#### 5.1.1 Dimensionamiento actual de enlaces.

En la siguiente figura se representa el diagrama de red del Ministerio para las cuatro Subsecretarías:

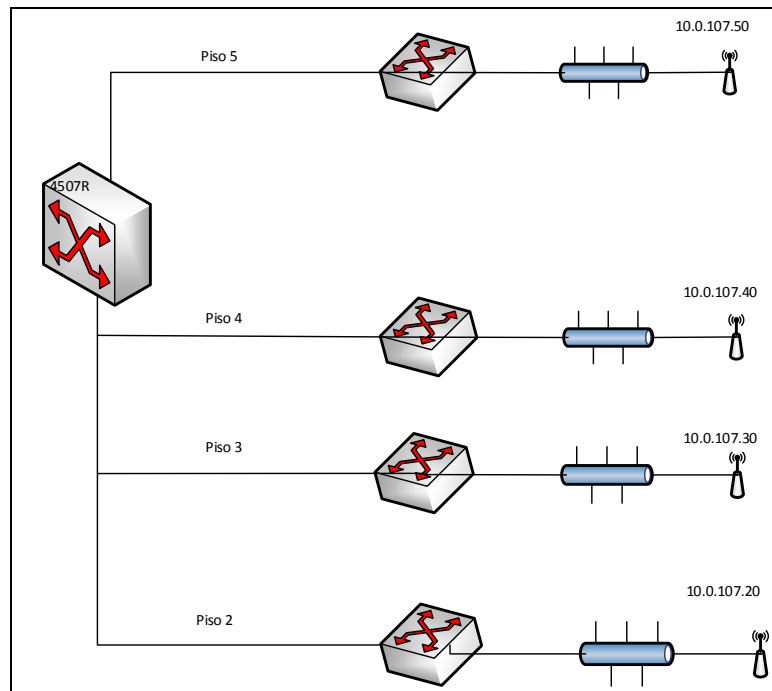


**Figura 1: Diagrama de red del Ministerio**

Fuente: Elaboración propia en base a la estructura de red del Ministerio.

La red del Ministerio representada en la figura anterior, consta de una conexión a la nube por medio del proveedor CNT E.P., al ingreso de la conexión de red del Ministerio se tiene un Fortinet 3200 para brindar seguridad a la red, el mismo se conecta directamente al Switch Core 4507R y a este se conectan también el Cisco WLC y alarmas.

El switch core 450 R tiene conexión por medio de fibra óptica a cada switch de cada piso, son 4 pisos y cada uno tiene 1 switch catalys cisco 2960. Se tiene conexión inalámbrica en cada piso a través de un Access Point por piso, el mismo que es de marca cisco modelo 1140 y brinda acceso a la red inalámbrica para los funcionarios de las diferentes subsecretarías. En la institución, la red inalámbrica para cada piso se presenta en el siguiente esquema de red:



**Figura 2: Esquema de red del Ministerio en cada piso**  
Fuente: Elaboración propia en base a la estructura de red del Ministerio.

### 5.1.2 Equipamiento de red actual del Ministerio

A continuación, se realiza una descripción de equipos que forman parte de la red actual del Ministerio.

#### Switch Core 4507R

En la red del Ministerio se dispone de un Catalyst series 4500R, entre las principales especificaciones técnicas, se puede mencionar que incluye el Catalys series Supervisor Engine IV, ofrece mayor escalabilidad y desempeño a la red; así como permite a las empresas y clientes con redes Metro Ethernet desplegar redes convergentes con mayores niveles de

desempeño, resistencia, seguridad y administración. Es una solución integrada que soporta datos, voz y video para satisfacer las demandas actuales y futuras de la red.



**Figura 3: Switch Core 4507R**

Fuente: <http://www.cisco.com/c/en/us/support/switches/catalyst-4507switch/model.html>

### **Switch Catalys Serie 2960**

En cada piso de la institución se utiliza el Switch Catalys Serie 2960, entre las principales características técnicas, brinda soporte de datos, voz y tecnología inalámbrica, tiene múltiples modelos de configuración y conexión de servidores, teléfonos IP u otros dispositivos de red. La opción de Fast Ethernet (transferencia de datos de 100 Mbps) o Gigabit Ethernet (transferencia de datos de 1000 Mbps) dependiendo de las necesidades de rendimiento.



**Figura 4: Switch Catalys Serie 2960**

Fuente: <http://www.cisco.com/c/en/us/support/switches/catalyst-2960-48-switch/model.html>

### Cisco Wireless LAN Controller Serie 2100

En la red se utiliza el Cisco Wireless LAN Controller Serie 2100 entre las principales funciones, permite conectarse con dispositivos inalámbricos como Teléfonos IP, portátiles y teléfonos. Se integra perfectamente con productos de Cisco para gestión inalámbrica y acceso de invitado seguro.



**Figura 5: Cisco wireless LAN controller 2100**

Fuente: [http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/2100-series-wireless-lan-controllers/product\\_data\\_sheet0900aecd805aaab9.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/2100-series-wireless-lan-controllers/product_data_sheet0900aecd805aaab9.html)

### Enclosure C700

En la red de la institución se tiene el Enclosure C7000 entre los principales beneficios, permite múltiples diseños de servidores, ofrece la menor latencia de cualquier puerto, así como mejora el rendimiento y la eficiencia de los servidores, soporta cuatro veces más usuarios por servidor y reduce costos del mismo.



**Figura 6: Enclosure C7000**

Fuente: <http://www8.hp.com/us/en/products/enclosures/product-detail.html>

## Fortinet

Se dispone del dispositivo Fortinet, como una solución integrada de seguridad para ofrecer una protección completa de las comunicaciones por ejemplo: firewall, antivirus, filtrado web, Antispam, AntiSpyware, etc.



**Figura 7: Dispositivo Fortinet**

Fuente: <http://www8.hp.com/us/en/products/fortinet/product-detail.html>

## Cisco Aironet 1140 Series 802.11n

Para brindar conexión al usuario a través de la red Wi Fi se tiene en cada piso el Cisco Aironet 1140, que es un componente de red inalámbrica para una instalación sencilla y eficiente, resistente y la arquitectura es escalable. Entrega el acceso seguro a servicios de movilidad y se integra sin problemas con la red cableada, ofreciendo el menor costo en el mercado.

Entre las principales características, se puede mencionar:

- Velocidad de transferencia de datos 300 Mbps
- Power over Ethernet - POE
- Tecnología MIMO
- Algoritmo de cifrado AES, TTLS, TKIP, WPA, WPA2
- Las interfaces 1 x red de Ethernet 10base-T/100base-TX/1000base-T-RJ-45, 1 x Gestión-Consola-RJ-45
- 12 a 40 VDC



**Figura 8: Cisco Aironet 1140**

Fuente: <http://www.cisco.com/c/en/us/products/wireless/aironet-1140-series/index.html>

## 5.2 Cálculo de la capacidad requerida para la red

Los usuarios que acceden a los servicios de red pertenecen a las siguientes unidades de la institución:

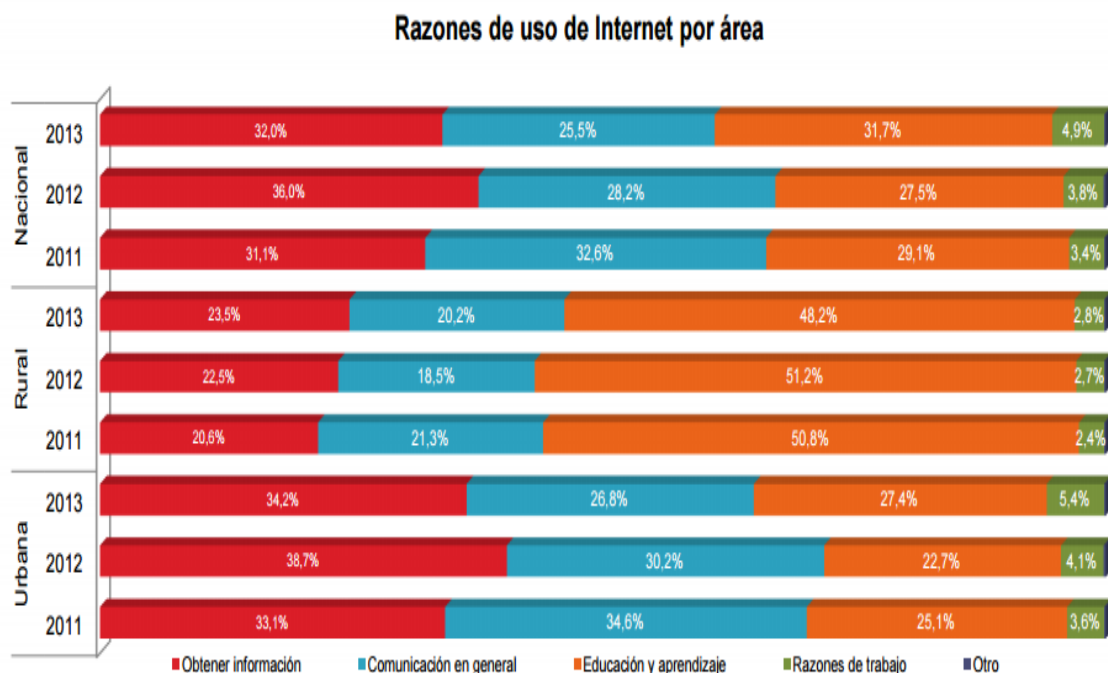
- Personal de Unidades - Agregadores de Valor
- Invitados

Los usuarios de las diferentes Unidades del MINTEL, tienen acceso a los diferentes servicios, tales como:

- Navegación web
- Correo electrónico
- Transferencia de archivos
- Telefonía IP

## 5.2.1 Cálculo de la velocidad de transmisión de datos

La información oficial que se dispone como referencia para determinar el tiempo de uso y las razones de uso de Internet, se basan en el reporte Anual de Estadísticas sobre Tecnologías de la Información y Comunicación – TIC's del INEC, correspondiente al año 2013, el mismo se muestra en la siguiente figura:



**Figura 9: Razones de uso de Internet**

Fuente: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas\\_Sociales/TIC/Resultados\\_principales\\_140515.Tic.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_Sociales/TIC/Resultados_principales_140515.Tic.pdf)

Se puede resumir en la siguiente tabla las estadísticas relacionadas al porcentaje de uso de internet por área:

**Tabla 1**

*Porcentaje de razones de uso de Internet*

Razones de uso de Internet	Porcentaje (%)
<b>Obtener información</b>	32.0
<b>Comunicación General</b>	25.5
<b>Razones de trabajo</b>	31.7
<b>Otros</b>	10.8

Fuente: Elaboración propia

Los usuarios para realizar sus actividades se asume que utilizan el Internet mínimo una hora (60 minutos), en la siguiente tabla se resume los diferentes tipos de tráfico y el tiempo de uso de internet dependiendo de las actividades.

**Tabla 2**

*Tiempo de razones de uso de Internet*

Razones de uso de Internet	Tráfico de los servicios	Porcentaje (%)	Tiempo de uso (min)
<b>Obtener información</b>	descarga de documentos	32.0	19
<b>Comunicación General</b>	correo electrónico	25.5	15
<b>Sistemas web</b>	navegación web	31.7	19
<b>Otros</b>	transferencia de archivos	10.8	6

Fuente: Elaboración propia

## 5.2.2 Sistema de correo electrónico

El tamaño promedio de un correo electrónico es de 100 Kbits (Xataka, 2012, pág. 4) sin datos adjuntos, el tamaño de un archivo adjunto es aproximadamente de 477 Kbytes (Ramos A., 2014, pág. 124). Se estima que en promedio cada usuario recibe al menos 5 correos en un día.

El tamaño total será:

$$T_{CO} = 5 * ( 100 \text{ kbits} + 477 \text{ kByte} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} ) = 19.580 \text{ Kb}$$

La velocidad de transmisión será:

$$V_{CO} = \frac{19.580 \text{ Kb}}{15 \text{ min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} = 21.75 \text{ Kbps}$$

## 5.2.3 Navegación web

Para el tráfico HTTP el tamaño promedio es 55,47 KB (Pries & Tran, 2012, pág. 2) y el tiempo de carga de página en ambiente corporativo con enlace dedicado permite manejar un tiempo de carga ágil de aproximadamente 3 segundos (Mas & Hernández, 2013, pág. 5).

La velocidad de transmisión será:

$$V_{AI} = \frac{55,47 \text{ KByte}}{3 \text{ seg}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} = 147,92 \text{ Kbps}$$

#### 5.2.4 Descarga de documentos

Para descargar un documento por ejemplo en formato PDF se considera un tamaño promedio es 3 MB (Daly, 2009, pág. 75) y se estima que se descarga un promedio de 3 documentos en formato PDF.

La velocidad de transmisión será:

$$V_D = \frac{3 \text{ MByte}}{19 \text{ min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} * \frac{10 \text{ Kbyte}}{1 \text{ MByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}}$$

$$V_D = 21,55 \text{ Kbps}$$

#### 5.2.5 Transferencia de archivos

Para la transferencia de un archivo se estima un tamaño promedio de 287 KB (Ramos A., 2014, pág. 120), se considera que un usuario en promedio comparte 1 archivo.

La velocidad de transmisión será:

$$V_T = \frac{287 \text{ KByte}}{6 \text{ min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}}$$

$$V_T = 6,37 \text{ Kbps}$$

#### 5.2.6 Sistema de voz IP – VoIP

Para el cálculo se usará el códec G .729, cuyo tamaño de carga útil es de 20 bytes lo que equivale 160bits, se considera una tasa de 8 kbps, por lo tanto se tiene:

$$\text{Tasa de paquetes}_{[pps]} = \frac{8 \text{ Kbps}}{160 \text{ bits}}$$

$$\text{Tasa de paquetes}_{[pps]} = 50 \text{ pps}$$

Para el códec G.729 la dimensión total del paquete es 78 Bytes lo que equivale a 624 bits, la velocidad de transmisión será:

$$V_{VoIP} = 624 \text{ [bits]} \times 50 \text{ [pps]}$$

$$V_{VoIP} = 31,2 \text{ Kbps}$$

En función de los servicios que brinda la institución y el acceso de los usuarios concurrentes (INEC, 2013, pág. 12), en base a los cálculos anteriores se tiene:

**Tabla 3**  
Velocidad de transmisión total de la red

Servicio	Usuarios	Usuarios Concurrentes	De 1 usuario (Kbps)	(Kbps)
Correo electrónico	150	66%	21,75	2.153
Acceso a Internet	150	66%	147,92	14.644
Descarga de documentos	150	66%	21,55	2.133
Transferencia de archivos	150	66%	6,37	631
VoIP	150	66%	31,2	3.089
<b>Velocidad de transmisión total (Kbps)</b>				<b>22.650</b>

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar el análisis de tráfico, se concluye que en la institución la velocidad requerida es de 22,65 Mbps, la misma se encuentra dentro de la tasa de transmisión que ofrece WiFi bajo su estándar IEEE 802.11n el cual permite velocidades de hasta 300 Mbps en la práctica.

## 5.2.7 Cálculo para determinar la cantidad de Access Point

Para determinar el número de Access Point requeridos en la institución, se puede realizar el cálculo de los mismos, bajo las siguientes condiciones:

### AP: Access Point

El ancho de banda para cada usuario según la UIT es mínimo de 1 Mbps en el documento Foro Regional sobre Economía y Finanzas de las Telecomunicaciones/TICs para América Latina y el Caribe (Nassau, 2015, pág. 21-22).

Ancho de banda que se desea para cada usuario: 4 Mbps

Número de usuarios: 150

Utilización promedio de la red: 66%

Velocidad estimada: 54 Mbps

$$AP = (4 \text{ Mbps} \times 150 \text{ usuarios} \times 0,66) / 54 \text{ Mbps}$$

$$AP = 8 \text{ Access Point}$$

Finalmente, una vez realizado el cálculo respectivo, se concluye que se requiere 8 Access Point para brindar cobertura de red inalámbrica en las 4 Subsecretarías del Ministerio. Mediante pruebas y análisis de señal junto a un mapa de calor se identificará la ubicación de los mismos.

## 5.3 Propuesta de solución para la red del Ministerio

### 5.3.1 Análisis de cobertura WIFI

Se realizará un análisis de cobertura WIFI con el fin de que los access point colocados en los pisos 2, 3, 4 y 5 del Ministerio, brinden la cobertura adecuada y el ancho de banda apropiado. Se trabajará en un área de 1200 m<sup>2</sup> distribuidos en 300 m<sup>2</sup> por piso.

Para la realización del análisis de cobertura WIFI se utilizará el Software Acrylic WiFi – Heat Maps Profesional, que permite realizar un análisis adecuado a través de 3 modos de captura, con la finalidad de mejorar la cobertura e identificar la mejor ubicación de los puntos de acceso WIFI.

El Access Point con el cual se realizará las pruebas de conexión inalámbrica es un equipo Mac Airport Extreme, el cual soporta los estándares IEEE 802.11 a/b/g/n/ac.

A continuación, se presenta una tabla de valores que se utilizarán para realizar la interpretación de valores de señal obtenidos en el presente estudio, en una escala de 0 a 80 RSSI (indicador de fuerza de la señal recibida). Estos son valores aproximados:

**Tabla 4**  
*Interpretación de valores RSSI*

RSSI	Descripción
0	Señal ideal difícil de lograr en la práctica.
-40 a -60	Señal idónea con tasas de transferencia estables.
-60	Enlace bueno. Ajustando TX y basic rates se puede lograr una conexión estable al 80%.
-70	Enlace normal -bajo. Es una señal medianamente buena, aunque se pueden sufrir problemas con lluvia y viento.
-80	Es la señal mínima aceptable para establecer la conexión. Puede ocurrir caídas, que se traduce en corte de comunicación.

- **Análisis de cobertura WIFI para el piso 2**

Se procede a tomar puntos en todo el piso 2 para determinar el área de mejor cobertura con el access point, se utiliza el modo de captura punto por punto del software Acrylic. Para las pruebas realizadas se ha colocado access point con el SSID WLAN-Piso2.

En el piso 2, se han ubicado varios puntos en el lado izquierdo los puntos A, B, C y D, y en el lado derecho los puntos E, F, G y H como referencia de los puntos más extremos, donde se requiere que llegue la señal inalámbrica.

De acuerdo a la información obtenida de los puntos A, B, C, D, E, F, G y H por el site survey se presentan los siguientes datos:

## Piso2

**Tabla 5**

Propiedades inalámbricas tomadas en los puntos en el piso 2

Puntos	# AP	Signal (dBm)	Frec (Hz)	SSID	Ch	Sec	Mode
A	1	-53	2462	WLAN-Piso2	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
B		-57	2462	WLAN-Piso2	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
C		-55	2462	WLAN-Piso2	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
D		-50	2462	WLAN-Piso2	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
E	1	-52	2462	WLAN-Piso2	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
F		-54	2462	WLAN-Piso2	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
G		-53	2462	WLAN-Piso2	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
H		-51	2462	WLAN-Piso2	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n

De acuerdo a la tabla 4, se puede observar que los valores se encuentran en un rango de -40 a -60 lo cual indica que la señal en el piso 2 es idónea con tasa de transferencias estables.

En la siguiente figura se puede observar el mapa de calor (HeatMap), el cual indica que la intensidad de las señales es fuerte señal en todo el piso.



**Figura 10: Señales del Access Point en el piso 2**

Fuente: Elaboración con el programa Site Survey

- **Análisis de cobertura WIFI para el piso 3**

Se procede a tomar puntos en todo el piso 3 para determinar el área de cobertura con el access point, se utiliza el modo de captura punto por punto del software Acrylic. Para las pruebas realizadas se ha colocado access point con el SSID WLAN-Piso3.

En el piso 3, se han ubicado varios puntos en el lado izquierdo los puntos A, B, C y D, y en el lado derecho los puntos E, F y G como referencia de los puntos más extremos, donde se requiere que llegue la señal inalámbrica.

De acuerdo a la información obtenida de los puntos A, B, C, D, E, F y G por el site survey se presentan los siguientes datos:

*Piso3*

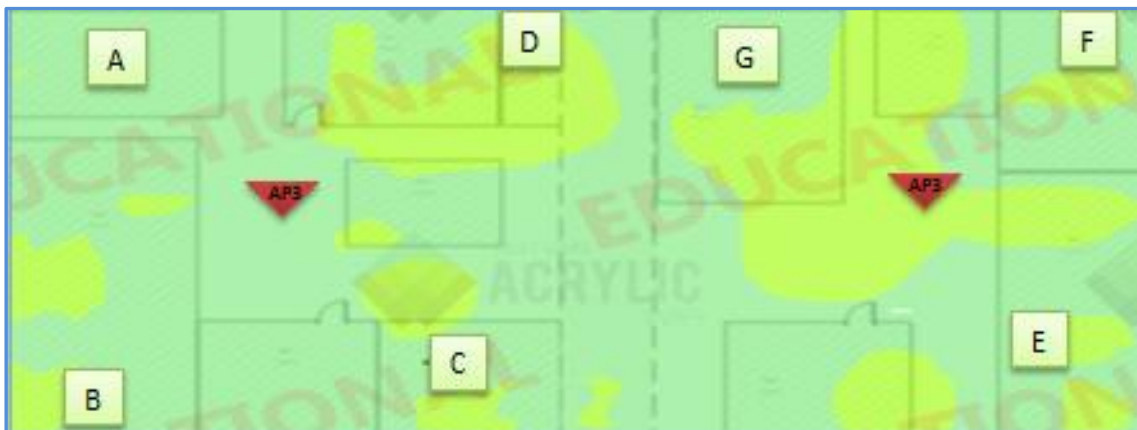
**Tabla 6**

*Propiedades inalámbricas tomadas en los puntos en el piso 3*

Puntos	# AP	Signal (dBm)	Frec (Hz)	SSID	Ch	Sec	Mode
A	1	-55	2462	WLAN-Piso3	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
B		-54	2462	WLAN-Piso3	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
C		-56	2462	WLAN-Piso3	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
D		-53	2462	WLAN-Piso3	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
E	1	-55	2462	WLAN-Piso3	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
F		-54	2462	WLAN-Piso3	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
G		-57	2462	WLAN-Piso3	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n

De acuerdo a la tabla 4, se puede observar que los valores se encuentran en un rango de -40 a -60 lo cual indica que la señal en el piso 3 es idónea con tasa de transferencias estables.

En la siguiente figura se puede observar el mapa de calor (HeatMap), el cual indica que la intensidad de las señales es fuerte señal en todo el piso.



**Figura 11: Señales del Access Point en el piso 3**  
 Fuente: Elaboración con el programa Site Survey

- **Análisis de cobertura WIFI para el piso 4**

Se procede a tomar puntos en todo el piso 4 para determinar el área de cobertura con el access point, se utiliza el modo de captura punto por punto del software Acrylic. Para las pruebas realizadas se ha colocado access point con el SSID WLAN-Piso4.

En el piso 4, se han ubicado varios puntos en el lado izquierdo los puntos A, B, C y D, y en el lado derecho los puntos E, F y G como referencia de los puntos más extremos, donde se requiere que llegue la señal inalámbrica.

De acuerdo a la información obtenida de los puntos A, B, C, D, E, F y G por el site survey se presentan los siguientes datos:

*Piso4*

**Tabla 7**

*Propiedades inalámbricas tomadas en los puntos en el piso 4*

Puntos	# AP	Signal (dBm)	Frec (Hz)	SSID	Ch	Sec	Mode
A	1	-54	2462	WLAN-Piso4	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
B		-57	2462	WLAN-Piso4	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
C		-53	2462	WLAN-Piso4	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
D		-55	2462	WLAN-Piso4	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
E	1	-53	2462	WLAN-Piso4	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
F		-55	2462	WLAN-Piso4	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
G		-56	2462	WLAN-Piso4	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n

De acuerdo a la tabla 4, se puede observar que los valores se encuentran en un rango de -40 a -60 lo cual indica que la señal en el piso 4 es idónea con tasa de transferencias estables.

En la siguiente figura se puede observar el mapa de calor (HeatMap), el cual indica que la intensidad de las señales es fuerte señal en todo el piso.



**Figura 12: Señales del Access Point en el piso 4**

Fuente: Elaboración con el programa Site Survey

- **Análisis de cobertura WIFI para el piso 5**

Se procede a tomar puntos en todo el piso 5 para determinar el área de cobertura con el access point, se utiliza el modo de captura punto por punto del software Acrylic. Para las pruebas realizadas se ha colocado access point con el SSID WLAN-Piso5.

En el piso 5, se han ubicado varios puntos en el lado izquierdo los puntos A, B, C y D, y en el lado derecho los puntos E, F, G y H como referencia de los puntos más extremos, donde se requiere que llegue la señal inalámbrica.

De acuerdo a la información obtenida de los puntos A, B, C, D, E, F, G y H por el site survey se presentan los siguientes datos:

*Piso5*

**Tabla 8**

*Propiedades inalámbricas tomadas en los puntos en el piso 5*

Puntos	# AP	Signal (dBm)	Frec (Hz)	SSID	Ch	Sec	Mode
A	1	-54	2462	WLAN-Piso5	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
B		-56	2462	WLAN-Piso5	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
C		-57	2462	WLAN-Piso5	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
D		-55	2462	WLAN-Piso5	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
E	1	-52	2462	WLAN-Piso5	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
F		-55	2462	WLAN-Piso5	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
G		-53	2462	WLAN-Piso5	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n
H		-56	2462	WLAN-Piso5	11	WPA2 Enterprise-CCMP	b,g,n

De acuerdo a la tabla 4, se puede observar que los valores se encuentran en un rango de -40 a -60 lo cual indica que la señal en el piso 5 es idónea con tasa de transferencias estables.

En la siguiente figura se puede observar el mapa de calor (HeatMap), el cual indica que la intensidad de las señales es fuerte señal en todo el piso.



**Figura 13: Señales del Access Point en el piso 5**

Fuente: Elaboración con el programa Site Survey

### 5.3.2 Implementación y ubicación de los Access Point en el Ministerio

La implementación de la red inalámbrica, entre las principales consideraciones implica:

- Determinar la mejor ubicación del Access Point para lograr la mejor cobertura y velocidad de transferencia en las diferentes unidades de la institución.
- Instalar y configurar el o los Access Point en los lugares definidos.
- Unir el Access Point con el Switch principal de la red o algún otro Switch más cercano.

#### Consideraciones para la Configurar los Access Point

Entre las principales, se puede mencionar:

- Usar el mismo SSID (nombre de la red inalámbrica) para cada Access Point.
- Usar nivel de seguridad WPA, con la misma contraseña para cada AP.

- Si se utilizan más de 2 Access Point en una dependencia, deben quedar unidos en red a través de un Switch. Se recomienda distribuir equitativamente los clientes en cada Access Point (sin sobrepasar los 20 usuarios).
- Cada Access Point puede tener muchos clientes conectados, sin embargo, mientras mayor sea el número de clientes, menor será su rendimiento, y la velocidad de transferencia disminuirá. El número de clientes recomendado para un Access Point es de 20 computadores.
- Es recomendable no instalar más de 3 Access Point en una misma dependencia, puesto que se producirán interferencias entre ellos, por lo que puede bajar la calidad de las conexiones en términos de estabilidad y velocidad.

En el presente caso de estudio para mejorar la cobertura y el acceso de los usuarios a la red inalámbrica en las diferentes unidades del MINTEL, se propone como alternativa de solución incrementar el número de Access Point Corporativo en cada piso, según el siguiente criterio:

- En cada piso (desde el piso 2 hasta el piso 5) del Ministerio implementar 2 Access Point con la finalidad de cubrir las áreas extremas de cada unidad, puesto que los usuarios actualmente no disponen de una cobertura total y por ende no tienen conexión a Internet inalámbrico.
- La ubicación de cada Access Point será en cada extremo de la unidad, pues con esta distribución se obtendrá la mayor cobertura en cada piso y los usuarios podrán acceder al servicio de internet inalámbrico desde cualquier punto de la unidad.
- Con el propósito de reducir costos, el Access Point a implementar es el Cisco Aironet 1140 Series 802.11n, puesto que ya se dispone en la red actual 1 Access Point con las mismas características en cada piso.

A continuación en las siguientes figuras, se presenta el esquema de cobertura y la ubicación de los Access Point propuesto en cada piso de la institución.

- **Ubicación del access point para el piso 2**

Luego del análisis de cobertura, se procede a instalar los access point en el piso 2, el primer access point debe ser ubicado en el lado izquierdo y el segundo access point ubicado en el lado derecho, como se observa en la siguiente figura:



**Figura 14: Ubicación de los Access Point en el piso 2**

Fuente: Elaboración propia

- **Ubicación del access point para el piso 3**

Luego del análisis de cobertura, se procede a instalar los access point en el piso 3, el primer access point debe ser ubicado en el lado izquierdo y el segundo access point ubicado en el lado derecho, como se observa en la siguiente figura:



**Figura 15: Ubicación de los Access Point en el piso 3**

Fuente: Elaboración propia

- **Ubicación del access point para el piso 4**

Luego del análisis de cobertura, se procede a instalar los access point en el piso 4, el primer access point debe ser ubicado en el lado izquierdo y el segundo access point ubicado en el lado derecho, como se observa en la siguiente figura:



**Figura 16: Ubicación de los Access Point en el piso 4**

Fuente: Elaboración propia

- **Ubicación del access point para el piso 5**

Luego del análisis de cobertura, se procede a instalar los access point en el piso 5, el primer access point debe ser ubicado en el lado izquierdo y el segundo access point ubicado en el lado derecho, como se observa en la siguiente figura:



**Figura 17: Ubicación de los Access Point en el piso 5**

Fuente: Elaboración propia

Con la finalidad de mejorar la cobertura en cada unidad del Ministerio y brindar el servicio de internet inalámbrico a todos los usuarios, se recomienda implementar los esquemas de distribución de los Access Point en el piso 2, 3, 4 y en el piso 5.

### 5.3.3 Calidad de Servicio (QoS)

Para una adecuada planificación de la red, es necesario analizar el tipo de tráfico que se transporta a través de la misma, puesto que esto permitirá determinar el ancho de banda necesario. Al aplicar la calidad de servicio QoS, el administrador de red puede usar los recursos existentes eficazmente, así como le permite priorizar y optimizar el uso del ancho de banda que brinda el proveedor o ISP, y se garantiza que los datos lleguen en tiempo real.

Es necesario establecer políticas de QoS acorde a los requerimientos del sistema, puesto que los principales problemas que tienen los servicios de red, son:

- ✓ Pérdida de paquetes: Son omisiones realizadas al no llegar el paquete de datos a su destino.
- ✓ Latencia o retardo: Es el tiempo que tarda un paquete en llegar desde el origen al destino.
- ✓ Jitter: Variación en el tiempo de llegada de los paquetes, a causa de la congestión de red o pérdida de sincronización de la rutas que siguen los paquetes.

La implementación de Políticas de Calidad de Servicio se puede enfocar en varios puntos según los requerimientos de la red, los principales son:

- ✓ Asignar ancho de banda en forma diferenciada
- ✓ Evitar y/o administrar la congestión en la red
- ✓ Manejar prioridades de acuerdo al tipo de tráfico
- ✓ Modelar el tráfico de la red

- **Políticas sobre clases de tráfico**

Se recomienda manejar reportes y control de la efectividad de las políticas de calidad de servicio con la herramienta QMP de cisco que facilita la gestión de QoS en la red. El modelo de QoS que se recomienda implementar es el de diferenciación de servicio para tener la posibilidad de incluir características de escalabilidad, flexibilidad en la implantación de QoS. Los equipos a los que se habilite esta característica serán capaces de proveer diferentes niveles de calidad de servicio en la red.

- **Modelo Diferenciación de servicio**

En este modelo el tráfico de red es dividido en clases basadas en los requerimientos de la empresa o de las aplicaciones requeridas en la institución. El modelo para manejar mejor las prestaciones que la red ofrece tiene diferentes niveles de servicio, las clases son marcadas con un DSCP o marcada con un bit de cabecera IP.

La diferenciación de tráfico se puede aplicar en:

- ✓ **Telefonía IP:** El servicio de telefonía IP está definido dentro de los servicios más sensibles en la institución por lo que se utilizara calidad de servicio para garantizar la disponibilidad del mismo. La latencia en menor o iguales a los 150 ms, jitter menor o igual a 30 ms, pérdidas menores al 1% y dependiendo de la aplicación, topología y el códec utilizado variara la cantidad de Kbps necesarios para la calidad de servicio en la red.
- ✓ **Datos:** La calidad de servicio para los datos varía dependiendo de la aplicación y puede variar en aplicaciones del mismo tipo y de las diferentes aplicaciones que demandan los recursos de red, el tráfico de datos puede soportar retardo y pérdida de paquetes por las características del protocolo TCP que se usa en la mayoría de aplicaciones.

- **Asignación de clases de tráfico**

Una vez identificado y realizado el cálculo del consumo de cada aplicación y que tan crítico resulta para la institución, se clasifica:

- ✓ Voz: Prioridad para telefonía IP
- ✓ Best.Effort (Mejor esfuerzo): correo electrónico, Internet y tráfico vario (SNMP, FTP, RDP, etc)

- **Control del ancho de banda para la red del Ministerio**

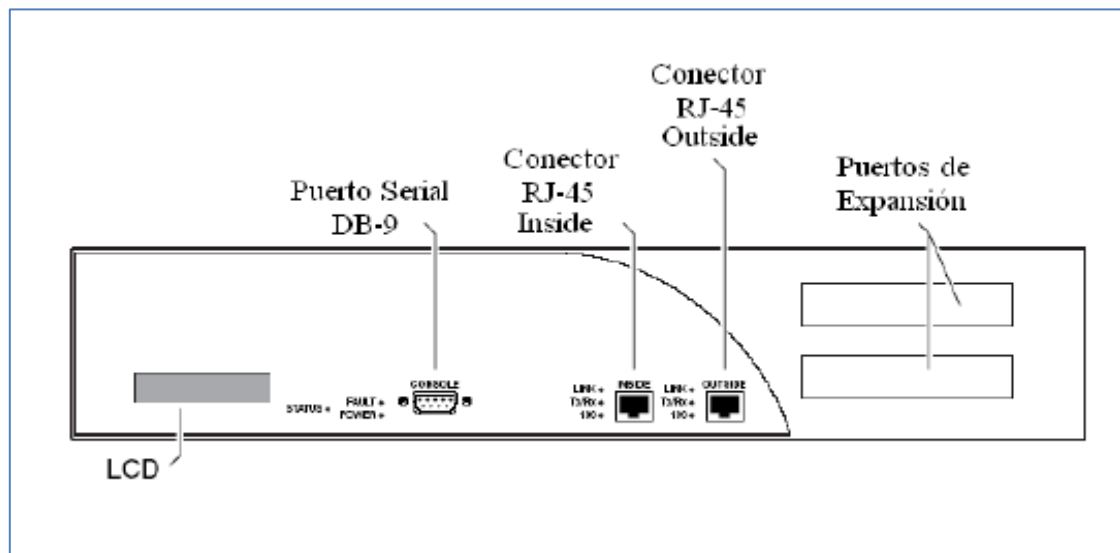
La calidad de servicio en la institución estará definida a través de políticas de calidad de servicio en los equipos ruteadores, para poder garantizar las aplicaciones de la institución, mismas que deben estar disponibles para cuando el usuario requiera. Como complemento, se propone utilizar el hardware PacketShaper que tiene la capacidad de hacer la clasificación, priorización de tráfico de aplicaciones hacia internet y ofrecer un servicio garantizado en la empresa.

El dispositivo PacketShaper al tener una interfaz gráfica fácil de administrar lo cual permite tener un control efectivo sobre los recursos de la red de internet, así como maneja todo en tráfico entrante y saliente de la red, categoriza y analiza los paquetes, asignando a cada uno el ancho de banda apropiado con criterio basado en políticas. Además, el equipo proporciona beneficios a una variedad de ambientes, tales como: cable, inalámbrico, satélite, rango de tasas WAN y LAN, y servidores.

Para el control de calidad de servicio y el ancho de banda asignado para el acceso de internet en la institución se propone utilizar el hardware PacketShaper 1700 de la empresa PacketShaper, por sus funciones, características técnicas y con la finalidad de abaratar costos. Entre las principales se puede mencionar que: El hardware permite integrar redes IP, MPLS, Vlan, tiene la capacidad máxima de 45Mbps, límite de 512 clases definidas, así como tiene administración gráfica y manejo de los recursos de forma dinámica/estática, logrando una priorización de los protocolos que trabajan sobre el servicio de Internet y permite administrar diferentes tipos de políticas sobre las clase de tráfico.

- **Instalación y configuración inicial**

A modo de ejemplo, se presenta el procedimiento para la instalación y configuración del equipo PacketShaper en la red.

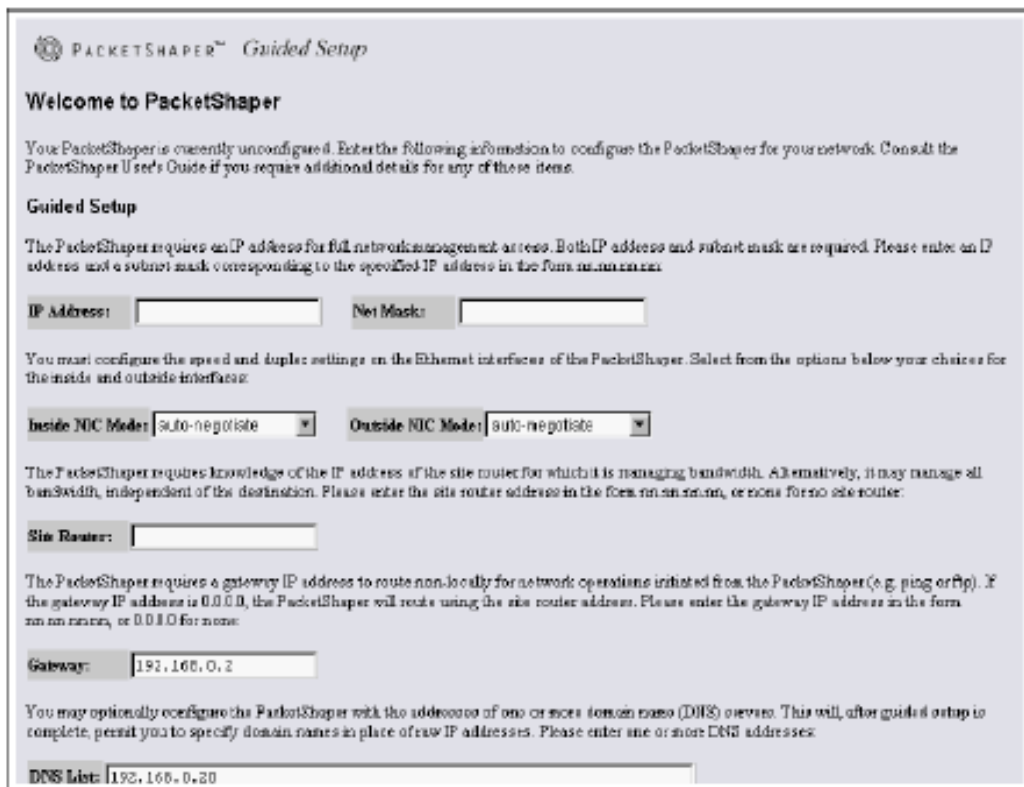


**Figura 18: Panel frontal**

Fuente: [https://bto.bluecoat.com/sites/default/files/tech\\_pubs/PacketShaper\\_Quick\\_Start\\_Guide.pdf](https://bto.bluecoat.com/sites/default/files/tech_pubs/PacketShaper_Quick_Start_Guide.pdf)

En la figura anterior, se muestra el Panel frontal de la unidad de PacketShaper que tiene dos puertos de la red, Inside y Outside. Tiene un puerto serial AI DB-9 (Consola) para conectar un terminal PC a la unidad para la configuración local. Para conectarlo a un hub o switch se utiliza un cable directo, y un cable cruzado para conectarlo a una máquina o router.

La instalación del PacketShaper se lo puede realizar mediante web browser. Para ello, se accede al URL <http://unconfigured.packetshaper.com> y aparecerá una pantalla que permite configurar los parámetros que se muestran en la siguiente figura:



**PACKETSHAPER™ Guided Setup**

**Welcome to PacketShaper**

Your PacketShaper is currently unconfigured. Enter the following information to configure the PacketShaper for your network. Consult the PacketShaper User's Guide if you require additional details for any of these items.

**Guided Setup**

The PacketShaper requires an IP address for full network management access. Both IP address and subnet mask are required. Please enter an IP address and a subnet mask corresponding to the specified IP address in the form `nn.nnn.nnn.nnn`.

IP Address:  Net Mask:

You must configure the speed and duplex settings on the Ethernet interfaces of the PacketShaper. Select from the options below your choices for the inside and outside interfaces:

Inside NIC Mode:  Outside NIC Mode:

The PacketShaper requires knowledge of the IP address of the site router for which it is managing bandwidth. Alternatively, it may manage all bandwidth, independent of the destination. Please enter the site router address in the form `nn.nnn.nnn.nnn`, or none for no site router:

Site Router:

The PacketShaper requires a gateway IP address to route non-locally for network operations initiated from the PacketShaper (e.g. ping or ftp). If the gateway IP address is 0.0.0.0, the PacketShaper will route using the site router address. Please enter the gateway IP address in the form `nn.nnn.nnn.nnn`, or 0.0.0.0 for none:

Gateway:

You may optionally configure the PacketShaper with the addresses of one or more domain name (DNS) servers. This will, after guided setup is complete, permit you to specify domain names in place of raw IP addresses. Please enter one or more DNS addresses:

DNS List:

**Figura 19: Configuración inicial**

Fuente: <http://unconfigured.packetshaper.com>

Los parámetros que se debe ingresar, son:

- ✓ Dirección IP del PacketShaper
- ✓ Máscara de red del PacketShaper
- ✓ Velocidad de tarjetas de red: autonegociación por defecto
- ✓ Nodo router: El Equipo organizará todos los flujos que vengan de o vayan a esta dirección.
- ✓ Inbound link: Velocidad de línea de entrada (512K, 2M, etc)
- ✓ Outbound link: Velocidad de salida (512K, 2M, etc)
- ✓ Gateway: Dirección IP por defecto

- **Asignación del ancho de banda**

PacketShaper controla la asignación del ancho de banda por cliente, por usuario, por grupos de usuario, y/o por base de servicios. Este control se traduce en un servicio de administrador de ancho de banda obligado y fácil. En la siguiente figura se presenta un ejemplo de configuración.

**PARTITION**

Name: /Inbound/HTTP

[Go to Partition Summary](#)

---

bps      **Burstable**      bps

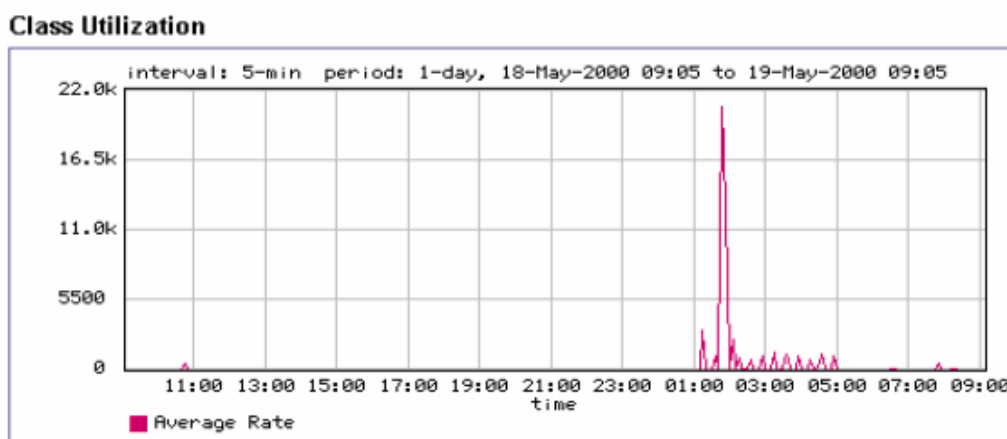
Specify a "size" to reserve bandwidth for all traffic defined by the class and its non-partitioned children. The size can be zero. Set the "burstable" option to allow a partition to borrow available bandwidth from other partitions, up to the "limit" you define. If a limit is specified, it must be at least 1000.

**Figura 20: Asignación por clientes**  
 Fuente: <http://unconfigured.packetshaper.com>

- **Gráficos de Monitoreo**

En el proceso de monitoreo, se puede obtener diferentes gráficos en la ventana Statistics. La opción Reports, permite generar los tipos de gráficos como utilización de clase, participación dinámica, y enlace con picos.

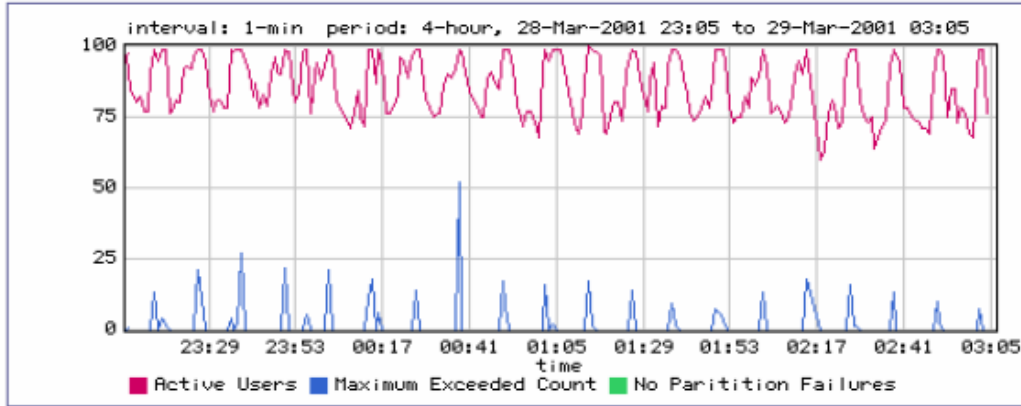
En la siguiente figura se muestra un historial del consumo promedio del ancho de banda en bits por segundo de la utilización de la clase FTP:



**Figura 21: Gráfico de utilización de la clase FTP**  
 Fuente: <http://unconfigured.packetshaper.com>

En relación al monitoreo que realiza PacketShaper, en el siguiente gráfico se muestra las estadísticas del uso de partición dinámica, mismo que muestra el número de usuarios activos.

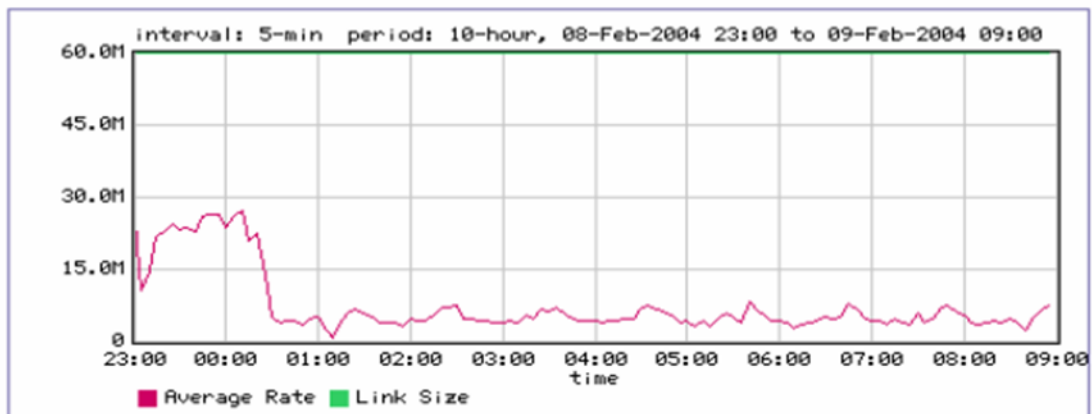
### Dynamic Partition Usage



**Figura 22: Utilización de las particiones dinámicas**  
Fuente: <http://unconfigured.packetshaper.com>

En la siguiente figura se observa la utilización del enlace y muestra el uso de ancho de banda promedio del enlace en bits por segundo, así como su variación de enlace y capacidad promedio.

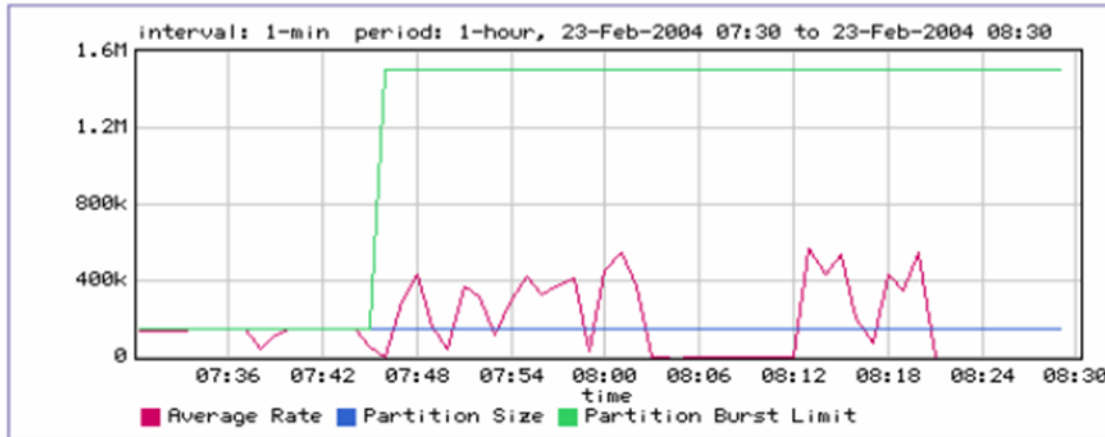
### Link Utilization



**Figura 23: Utilización del enlace**  
Fuente: <http://unconfigured.packetshaper.com>

En el siguiente grafico se muestra la utilización de partición que muestra el uso de ancho de banda promedio de una partición en bits por segundo.

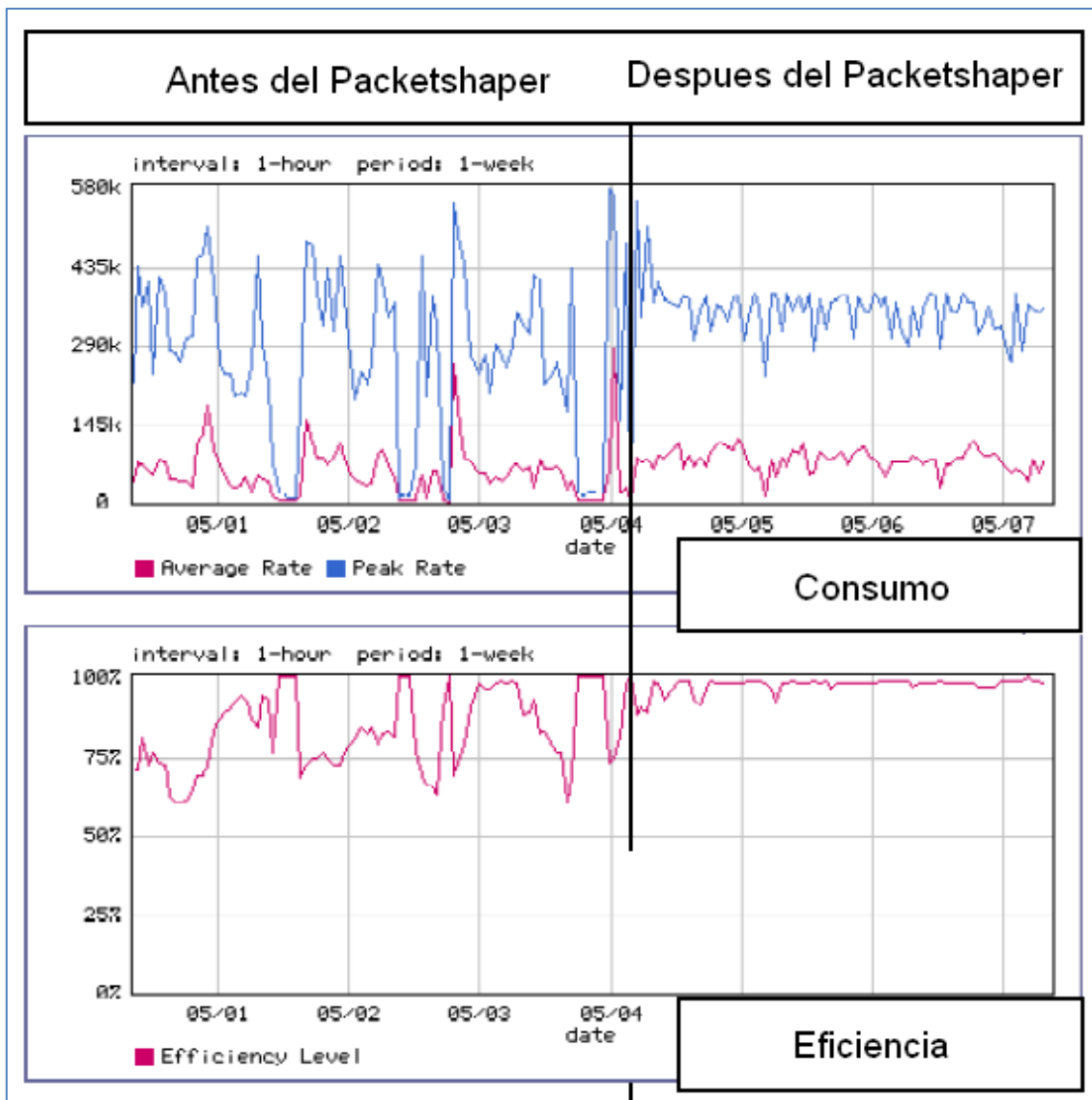
### Partition Utilization



**Figura 24: Utilización de una partición**  
Fuente: <http://unconfigured.packetshaper.com>

En el caso de que se acepte la propuesta de implementar el equipo PacketShaper para implementar calidad de servicio en la red de la institución, se adjunta el anexo 1 en el que se presenta una guía de instalación y configuración paso a paso de los modelos del Packetshaper, así como en el anexo 2 consta un resumen acerca de la visibilidad y optimización para el tráfico de red basado en PacketShaper.

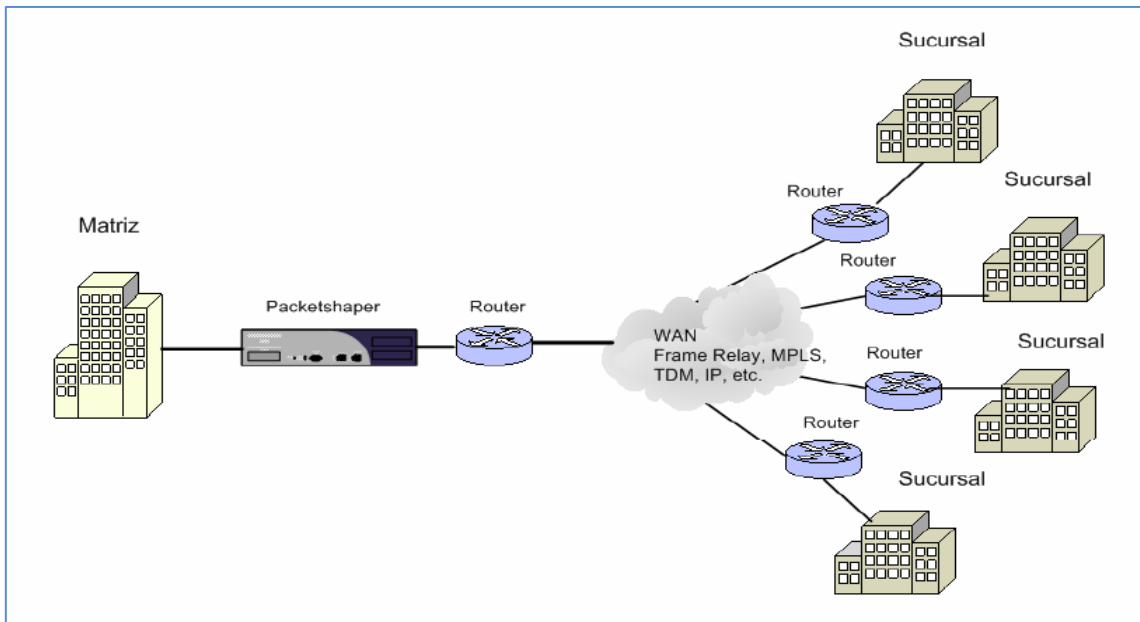
El control de la tasa de velocidad es un servicio agregado que mejora el throughput global y reduce retransmisiones. En la siguiente figura se puede apreciar el consumo y eficiencia después de implementar el equipo PacketShaper.



**Figura 25: Control rate implementando PacketShaper**  
 Fuente: <http://unconfigured.packetshaper.com>

La capacidad de análisis de PacketShaper permite determinar los requisitos de ancho de banda de las aplicaciones de prioridad. Por ejemplo, para determinar el ancho de banda que se necesita para una aplicación. Usando las gráficas de monitoreo, para ver el tráfico de esa clase, se calcula la cantidad de ancho de banda requerida para esa aplicación, multiplicando la proporción por el número de sesiones recurrentes que se desea mantener.

En la siguiente figura se presenta la ubicación del equipo Packetshaper en una red.



**Figura 26: Ubicación del Packetshaper**

Fuente: [https://bto.bluecoat.com/sites/default/files/tech\\_pubs/PacketShaper\\_Quick\\_Start\\_Guide.pdf](https://bto.bluecoat.com/sites/default/files/tech_pubs/PacketShaper_Quick_Start_Guide.pdf)

### 5.3.4 Presupuesto Referencial

En la siguiente tabla, se muestra la oferta económica de los dispositivos de red, considerando los requerimientos técnicos necesarios para el presente proyecto, en la misma se detalla los precios de los equipos y valor del estudio del proyecto, con la finalidad de obtener un costo aproximado para la alternativa de solución del presente caso de estudio.

**Tabla 9**  
*Cotización de equipos y estudio de proyecto*

	Producto	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Precio Total (\$)
<b>Equipos</b>	Cisco Aironet 1140 Series 802.11n	9	2.338	21.042
	Packet Shaper 1700	1	13.850	13.850
<b>Estudio del Proyecto (Ingeniería)</b>	Investigación, análisis y pruebas realizadas	3	1.676	5.028
<b>TOTAL (\$)</b>				<b>39.920</b>

Fuente: Elaboración propia en base a la cotización realizada

Se considera, que un Ingeniero Especialista en Redes de Comunicaciones tiene un sueldo promedio mensual de \$1.676, acorde a la escala de remuneración unificada por el Ministerio de Relaciones Laborales.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se realizó el levantamiento de información de usuarios, equipamiento e infraestructura actual de la red, con la finalidad de establecer los parámetros de requerimiento de la misma.
- Se realizó una propuesta de diseño de infraestructura de comunicaciones inalámbricas, en la que se determinó las zonas de calor y ubicación de los Access Point, misma que permite mejorar la cobertura y el acceso los usuarios de red en el Ministerio.
- Se eligió el Access Point Corporativo con la tecnología inalámbrica IEEE 802.11n, puesto que los equipos deben ser compatibles con la red actual para aprovechar al máximo toda la infraestructura y con el propósito de reducir costos.
- La velocidad de transmisión de datos de la red del Ministerio, se realizó en base a la cantidad de usuarios concurrentes y acceso de los mismos a las aplicaciones de red.
- La interrupción o caída del servicio por congestión de red, es un factor fundamental en las aplicaciones de voz y datos, por esta razón los equipos deben contar con QoS.
- El presente caso de estudio, puede servir de guía de implementación para un algún caso con las mismas condiciones o similares, y se requiera mejorar la cobertura de red inalámbrica, incluso en otros pisos de la misma institución.
- Se recomienda la implementación de 2 Access Point Corporativo en cada piso, como alternativa de solución ante el problema de poca cobertura de la red inalámbrica en la institución, los mismos permitirán mejorar la cobertura y acceso a los usuarios de los servicios de la red requeridos.
- Se puede implementar como mecanismo de solución, respecto a la calidad de servicio en la red el dispositivo PacketShaper 1700, para una mejor administración del tráfico entrante y saliente de la red en la institución.

## BIBLIOGRAFÍA:

- [1] Xataka, (2012) Cuántos MB son suficientes para un smartphone . Ahorra más ajustando la tarifa de datos a tus necesidades.
- [2] R. Alberto, (2014) Estudio y Diseño de una Red Inalámbrica para dotar servicios de Telecomunicaciones a 55 centros educativos del cantón Shushufindi aplicando criterios de calidad de servicio y seguridad de red E.P.N.
- [3] R. Pries, Magyari, and P. Tran-Gia, (2012) An HTTP web traffic model based on the top one million visited web pages, in Next Generation Internet (NGI)
- [4] J. Mas and M. Hernández, (2013) "La web corporativa en las empresas biotecnológicas de los Parques Tecnológicos de Andalucía.
- [5] L. Daly, (2009) How big is the average ePub book.
- [6] Belgrano, (2012) Tecnología de los Sistemas de 5to TIC.

## ANEXOS:

Anexo 1: Guía de instalación y configuración con los modelos del Packetshaper

Anexo 2: Visibilidad y optimización para el tráfico de red basado en PacketShaper

Anexo 3: Proforma Equipos 2016